

재해원인조사 의견서

한국 산업 안전 보건공단

이 의견서는 「산업안전보건법」 제56조에 따라 중대재해 원인조사를 실시하고 재해 원인에 대한 의견을 작성한 것으로

「산업안전보건법」 제56조의 ‘중대재해 원인을 규명하여 산업재해의 예방 대책 수립’을 통한 안전 확보에 이바지함을 목적으로 하고 있다.

그러므로 이 의견서는 산업현장의 안전·보건을 증진시킬 목적 이외의 용도로 사용되어서는 아니 된다.

재해조사 의견서

1. 재해발생 사업장 개요

사업장명	(주)이제이스틸	전화번호 (FAX)	
소재지	경상남도 함안군	대표자	B
업 종	기타금속제품제조업	근로자수	11명
산재관리번호 (사업개시번호)		사업내용	철 구조물 제작

2. 재해자 인적사항 및 상해정도

연번	성명	출생년도	소 속	고용형태	상해정도
1	A	1951	(주)이제이스틸	상용직	사망

3. 재해발생 경위

- 2023. 11. 2.(금) 19:30경 경남 함안군 소재 (주)이제이스틸 사업장 내에서
- (주)이제이스틸 소속 재해자 A(남, 72세)가 스티프링(STIFF RING)¹⁾ 사상 작업 중에
- 동료작업자가 천장크레인(30톤)을 사용하여 스티프링을 뒤집는 작업 중 스티프링이 넘어지고
- 재해자는 넘어지는 스티프링(무게 약 667kg)에 깔려 사망한 재해임

1) 대형 탱크의 변형 및 충격을 방지하기 위해서 탱크 둘레에 고정시키는 링

4. 재해조사 내용

【본 조사의견서는 창원고용노동지청 산재예방지도과와 합동 조사한 것으로 (주)이제이스틸 현장관계자 및 동료작업자의 면담, CCTV 녹화 영상과 현장조사 시 파악된 내용을 토대로 작성하였음】

가. 현장 개요

- 당 사업장은 화학약품 탱크 제작용 스티프링(STIFF. RING), 스킴(SKID)*, 스커트(SKIRT)** 등을 제작함
 - 절단, 용접, 사상 등의 작업을 하여 제품을 제작하는 업체임

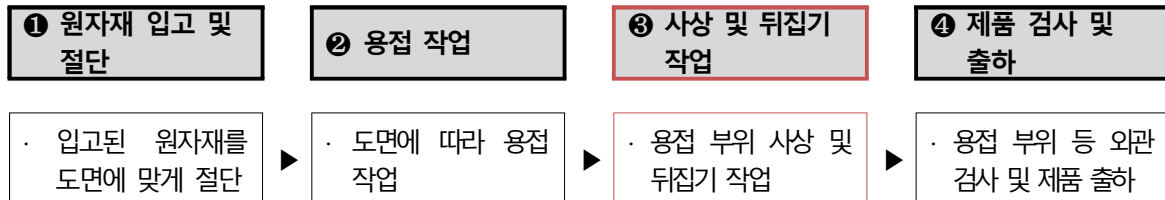


* 수평용 탱크를 지지하는 받침대

** 수직용 탱크를 지지하는 받침대

나. 재해발생 작업

- 당 사고는 스티프링 사상 작업을 하기 위해 크레인을 이용하여 스티프링을 뒤집는 작업 중 발생함



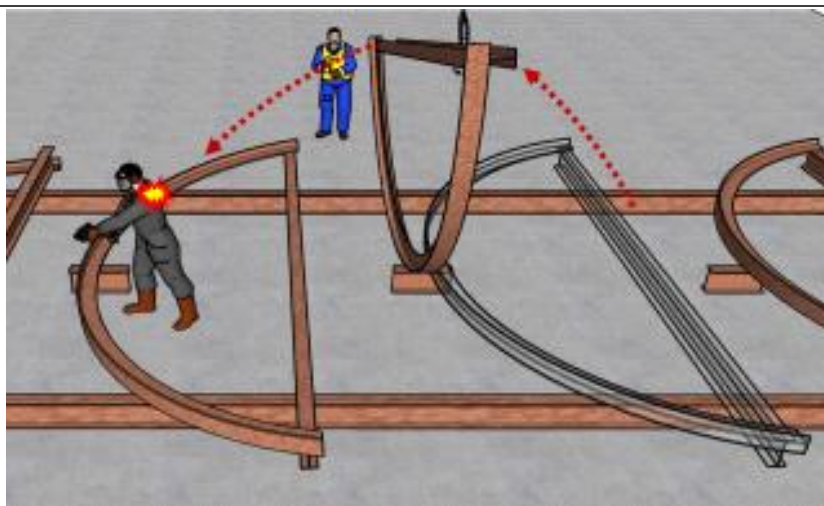
- 스티프링은 양쪽 면에 사상 작업을 하기 위해 뒤집는 작업을 함

다. 재해발생 과정

- 2023. 11. 2.(금)【17:30경】 재해자와 동료작업자 3명은 스티프링 용접·사상 작업을 시작함

크레인 운전자(절단)	스티프링 용접 작업	사상 작업
1명(동료작업자 C)	2명	1명(재해자 A)

- 【19:30경】 재해자는 바닥에 놓여 있는 스티프링 용접부 사상 작업을 진행하고 있었으며,
 - 동료작업자 C는 재해자 뒤쪽에 놓여 있던 스티프링의 사상 작업을 하기 위해 H형강에 수평 클램프를 걸어 뒤집는 작업 중
 - H형강에 걸려 있던 수평 클램프가 빠져 스티프링이 넘어지고 재해자는 넘어지는 스티프링에 깔려 사망한 재해임

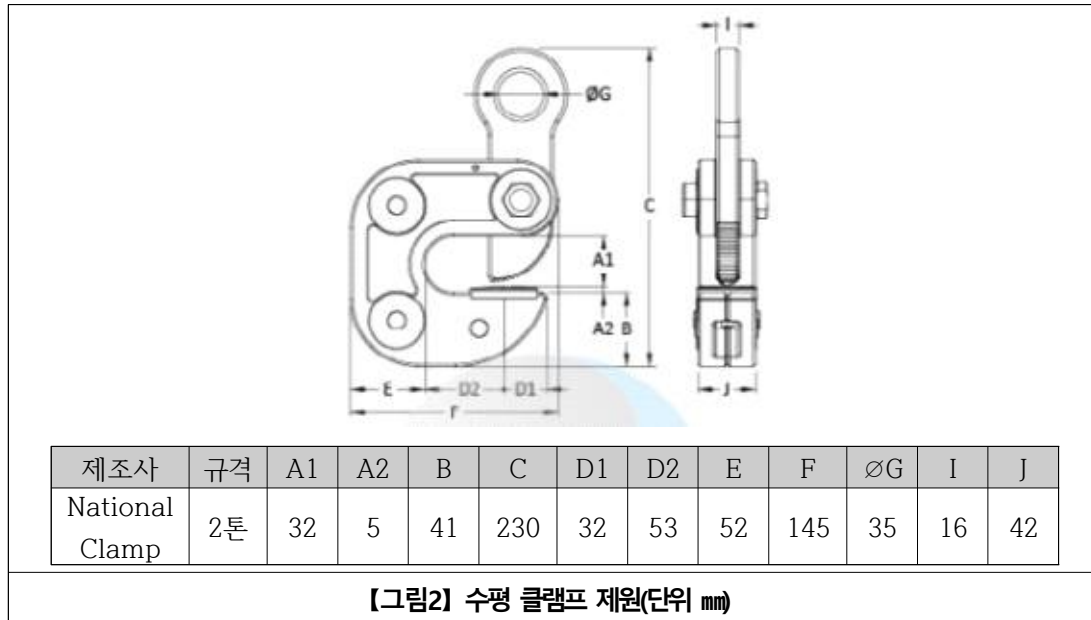


【그림1】 재해 발생 상황도

라. 조사 및 확인내용

1) 수평 클램프 제원 확인

- 수평 클램프는 H형강, T형강, ㄷ형강 등의 중량물의 줄걸이 작업 시 사용하는 달기기구로 제원은 【그림2】와 같음



2) 스티프링(STIFF RING) 및 H형강 제원 확인

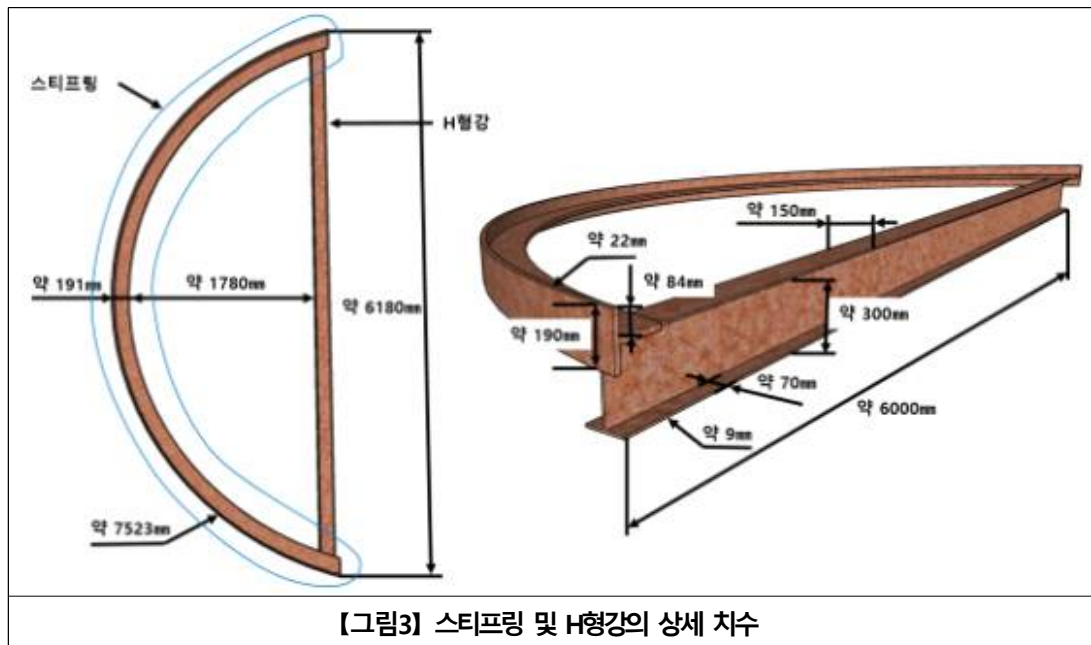
○ 스티프링

- 재질 : 압력용기용 탄소강판(SA516-70N)
- 원호 : 약 7523mm
- 길이 : 약 6180mm
- 무게 : 약 459kg

○ H형강

- 용도 : 스티프링의 휨이나 비틀림 등의 변형을 방지하기 위하여 스티프링에 가용접한 형강
- 단면 치수 (높이×변×두께) : 300mm×150mm×9mm
- 길이 : 약 6000mm
- 무게 : 약 208kg

○ 총 무게(스티프링+H형강)는 약 667kg 임

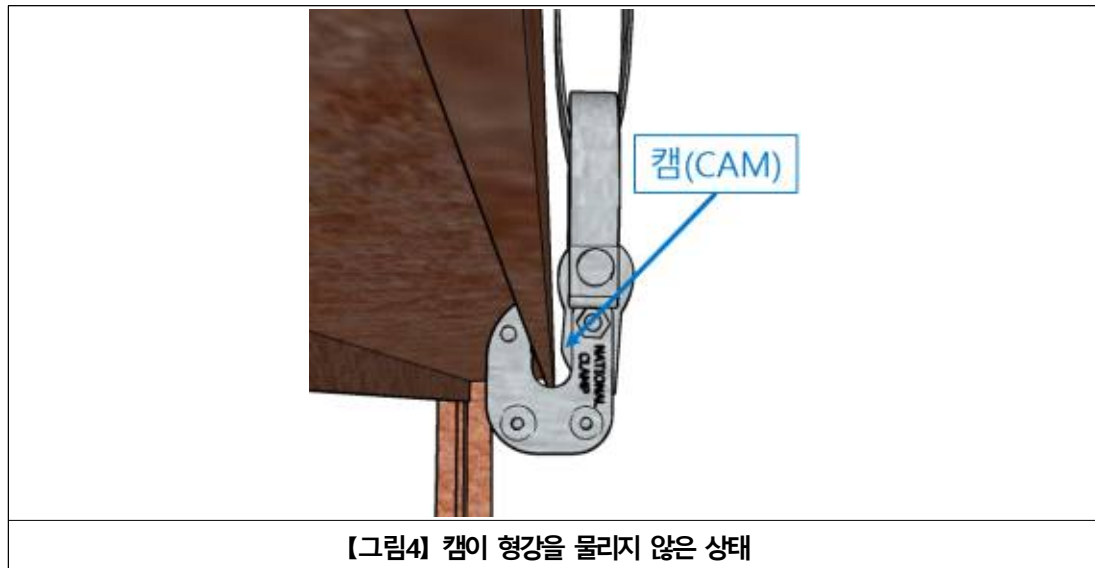


3) 달기기구(수평 클램프) 확인

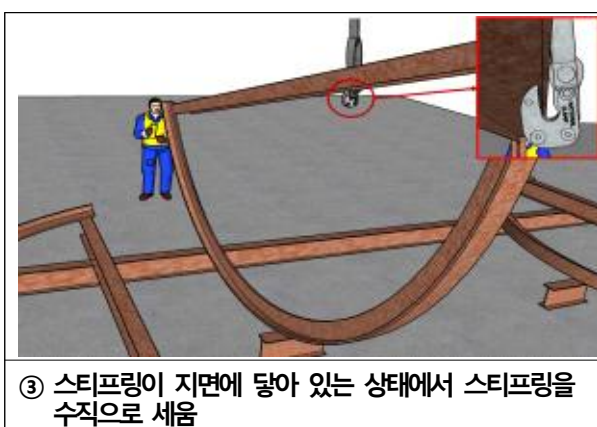
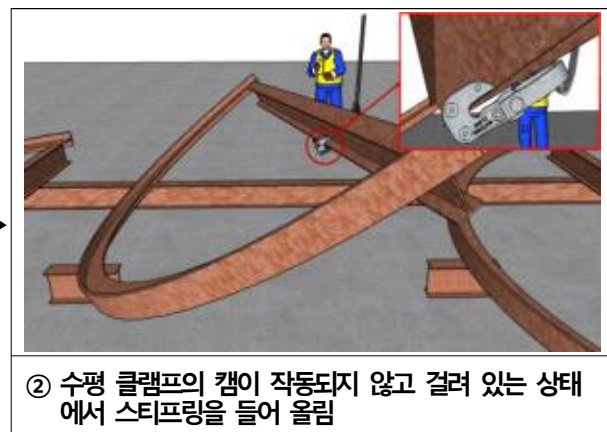
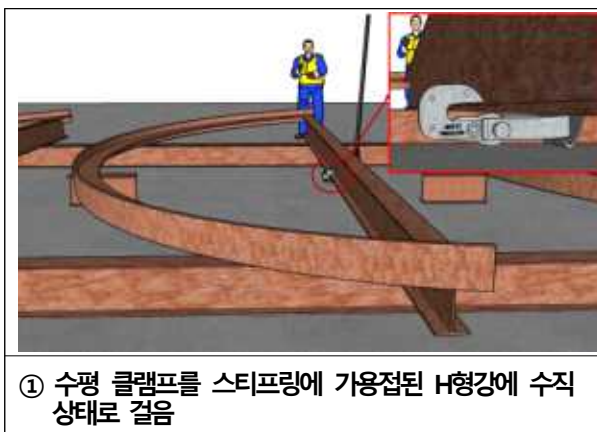
- 사고 당일 동료작업자가 사용한 수평 클램프는 【사진5】와 같이 수평 상태의 H형강에 클램프의 캠(CAM)이 작동하여 고정시킨 상태에서 H형강을 들어 올리는 구조이며



- 【그림4】와 같이 수직 상태의 H형강에 수평 클램프를 사용하였을 경우에는 캠이 작동을 하지 않아 H형강에 고정되지 않음



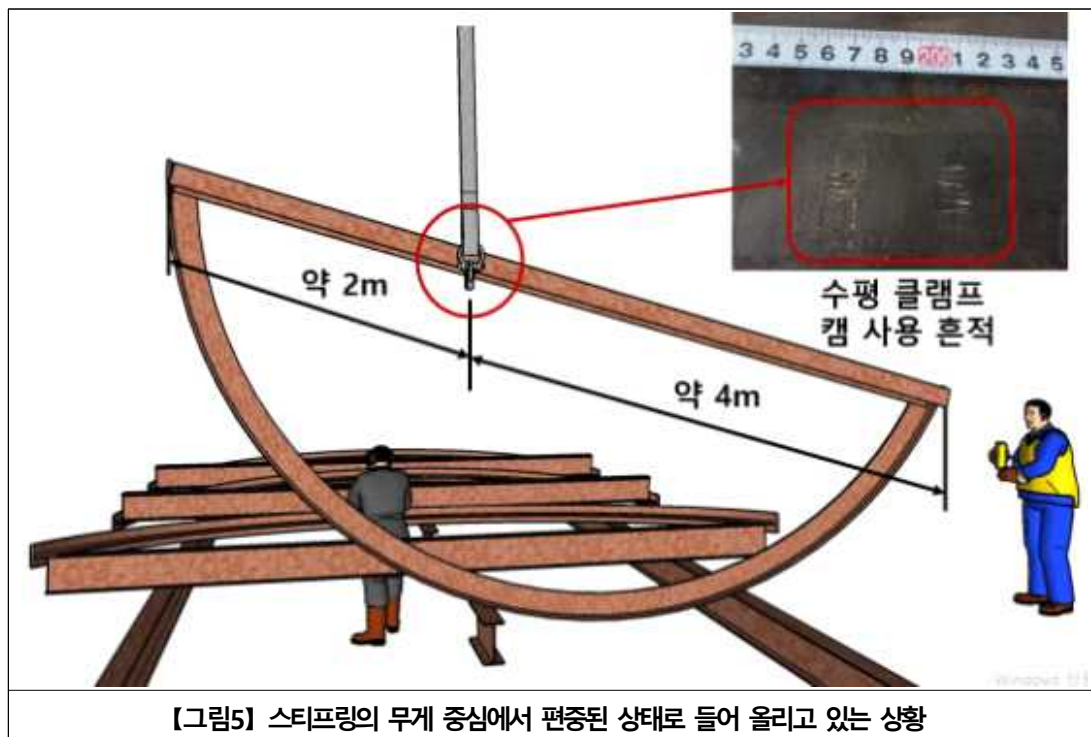
- 사고 당시 동료작업자가 수평 클램프를 사용하여 스티프링을 뒤집는 작업 방법은 ①~④와 같음



- 사고 당시 동료작업자는 스티프링을 뒤집기 위한 달기기구로 수평 클램프를 사용하여 수직 상태로 들어 올렸고
 - 수평 클램프의 캠이 작동되지 않은 상태에서 H형강에 걸려 있던 수평 클램프가 빠지면서
 - 크레인 작업 반경 약 2m 내에서 사상 작업 중이었던 재해자에게 넘어짐

4) 줄걸이 방법 확인

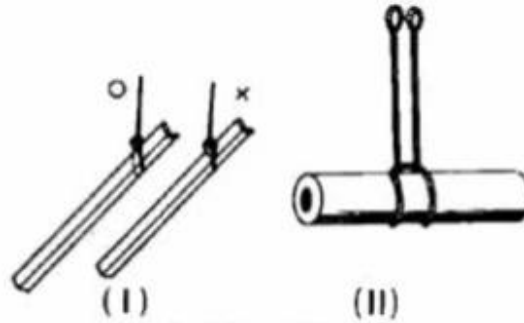
- 사고 당시 동료작업자는 1줄걸이를 사용하여 스티프링을 들어 올렸으며
- CCTV 및 캠 사용 흔적을 보았을 때, 【그림5】와 같이 무게 중심에서 약 1m 편중된 상태로 스티프링을 들어 올려 흔들림 등이 발생
- ※ 크레인을 이용한 줄걸이 작업은 2줄걸이 이상 작업 필요



※ KOSHA GUIDE (M-186-2015)「크레인 달기기구 및 줄걸이 작업용 와이어로프의 작업에 관한 기술지침」【참고자료 줄걸이 방법산정】

9.1 줄걸이 선정

(1) 1줄걸이



(가) 화물이 회전할 위험이 있음

(나) 회전에 의해 로프 꼬임이 풀려 약하게 됨(원칙적으로 적용 금지)

(다) 1줄걸이 시 가능한 아이(Eye)에 슬링을 통과시키지 말고, 2줄을 꺾어서 걸면 화물이 안정됨

(2) 2줄걸이



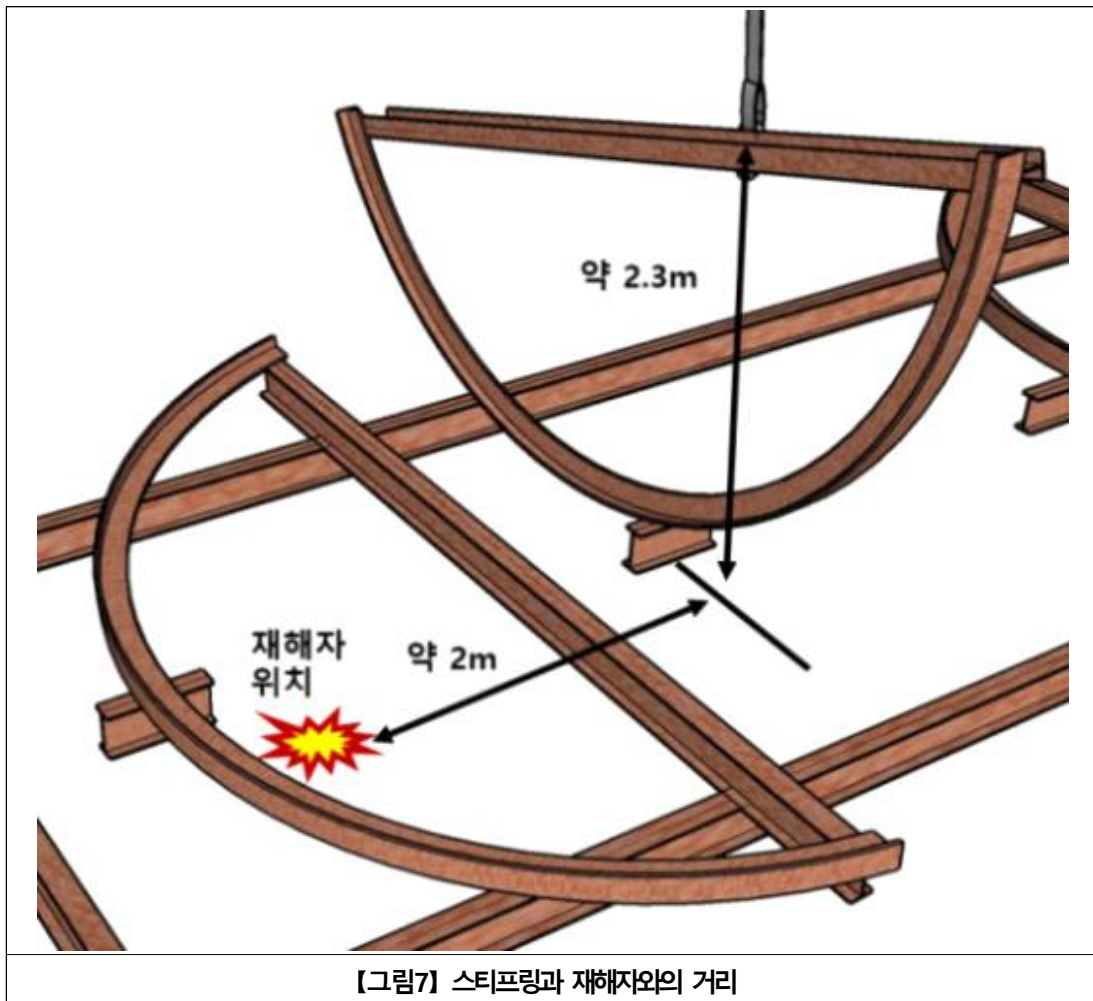
(가) 긴 환봉등의 줄걸이 작업시 활용

【그림6】 1줄걸이 및 2줄걸이

5) 크레인 작업 시 스티프링과 재해자 사이의 안전거리 확인

- 사고 당시 사상 작업 중이던 재해자 위치와 스티프링이 놓여져 있던 위치까지의 거리는 약 2m로 스티프링을 뒤집는 작업 도중
 - 재해자는 넘어지는 스티프링에 깔릴 위험이 있는 위치에서 사상 작업을 하고 있었으며

- 재해자와 동료작업자가 동시 작업(사상 작업과 뒤집기 작업)을 하는 도중 넘어지는 스티프링에 재해자가 깔림



6) 재해 발생 원인 추정

○ 사고 당시 동료작업자는 스티프링을 뒤집는 작업을 하기 위해

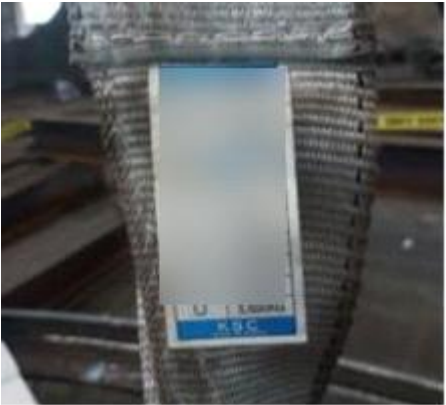
- 스티프링에 가용접된 H형강에 수평 클램프를 수직 상태로 걸어
- 수평 클램프의 캠이 작동되지 않고 H형강에 걸려 있는 상태에서 스티프링을 수직으로 세웠고
- 스티프링이 수직으로 세워짐과 동시에 H형강에 걸려 있던 클램프가 빠지면서
- 약 2m 떨어진 위치에서 사상 작업 중이던 재해자에게 스티프링 (무게 약 667kg)이 넘어짐

7) 천장주행크레인(30톤) 및 벨트 슬링 제원 확인

- 사고 당시 재해자가 사용한 천장주행크레인(30톤)의 주요 제원은 **【사진6】**과 같음

	정격하중	30톤
	스팬	18m
	양정	16.6m
	전원	380V
	조작방식	무선리모컨
	【사진6】 30톤 천장크레인 제원	

- 벨트 슬링을 사용하여 스티프링을 들어 올렸으며, 손상·마모·절단 등의 결함은 발견하지 못함

	형식	양 끝 고리형
	안전 사용하중	2.8톤
	길이	3m
	재질	PE(폴리에스테르)
【사진7】 섬유제 벨트 슬링 제원		

8) 중량물 취급 작업계획서 작성 및 작업지휘자 지정 여부

- 크레인을 사용한 중량물 취급 작업 시 전도·협착 등의 위험예방대책이 포함된 중량물 취급 작업계획서를 작성하고, 작업지휘자를 지정하여 계획서에 따라 작업을 지휘하도록 하여야 하나,
- 스티프링 등 중량물 취급 작업 시 중량물 취급 작업계획서 작성 및 작업지휘자를 지정하여 위험을 예방하지 않음

9) 사업장 위험성평가 실시 여부

- 스티프링 등 중량물 취급 작업에 대한 유해·위험요인을 파악하고 해당 유해·위험요인에 의한 근로자의 위험을 방지하기 위한 대책을 수립 및 실행하는 일련의 과정인 위험성평가를 실시하지 않음

10) 조사 및 확인 결과

구 분	조사 및 확인 내용
1. 달기기구 확인	· 스티프링의 형상에 적합한 달기기구를 사용하지 않음
2. 줄걸이 방법 확인	· 스티프링의 형상에 적합한 줄걸이 방법으로 작업하지 않음
3. 스티프링과 작업자 사이의 안전거리 확인	· 작업자가 넘어지는 스티프링에 깔릴 수 있는 위치에서 스티프링을 뒤집는 작업을 하였음
4. 작업계획서 작성 및 작업 지휘자 지정 여부 확인	· 작업계획서 작성 및 작업지휘자 지정을 하지 않음
5. 위험성평가 실시 여부 확인	· 위험성평가를 수행하지 않음

5. 조사자 의견

가. 재해발생 원인

- 크레인을 사용한 중량물 취급 작업 시 적절한 달기기구를 사용하지 않음
 - 스티프링 등의 중량물을 들어 올릴 때 떨어짐 등의 위험을 방지하기 위하여 중량물의 형상에 적합한 클램프 등의 달기기구를 사용하여야 하나
 - 수평 클램프를 사용하여 스티프링을 뒤집는 작업 중 H형강에 수직으로 걸려 있던 클램프가 빠지면서 재해자에게 넘어짐
- 크레인 작업 시 중량물과 작업자 간 충분한 안전거리를 확보하지 않음
 - 스티프링 등의 중량물을 취급하는 크레인 작업 시 중량물의 형상 · 흔들림 · 관성 등을 고려하여 중량물과 작업자 간 충분한 안전거리를 확보하여야 하나,
 - 사고 당시 재해자는 스티프링이 넘어질 경우 재해자에게 위험을 미칠 우려가 있는 위치에서 사상 작업을 함

나. 재해예방 대책

- 중량물 취급 작업 시 적절한 달기기구 사용 철저
 - 크레인을 사용한 중량물 취급 작업 시 중량물의 형상 및 하중 등을 고려하여 중량물을 안전하게 운반할 수 있는 적절한 달기기구(수직 클램프 등)를 사용하여야 함
- 중량물과 작업자 간 충분한 안전거리 확보 철저
 - 크레인을 사용한 중량물 취급 작업 시 중량물의 떨어짐 · 넘어짐 등의 재해를 예방하기 위해 미리 작업자의 출입을 통제하여 충분한 안전거리를 확보